

**ANALISIS KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM
MENYELESAIKAN SOAL PERSAMAAN BOLA
BERDASARKAN TEORI VAN HIELE**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1
Pada Jurusan Matematika Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan**

Oleh:

**MASTIKAH MUKTI SADELA AGUSTINA
A410160144**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN
SOAL PERSAMAAN BOLA BERDASARKAN TEORI VAN HIELE**

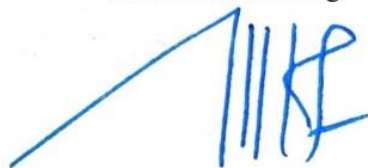
PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

**MASTIKAH MUKTI SADELA AGUSTINA
A410160144**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, consisting of a long diagonal stroke followed by several vertical and horizontal strokes, ending in a loop.

Dra. Sri Sutarni, M.Pd.

0620016502

HALAMAN PENGESAHAN




**ANALISIS KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN
SOAL PERSAMAAN BOLA BERDASARKAN TEORI VAN HIELE**

Oleh:

**MASTIKAH MUKTI SADELA AGUSTINA
A410160144**

**Telah dipertahankan di depan dewan Penguji
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at, 24 Juli 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

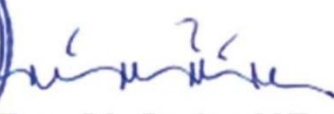
Dewan Penguji:

- | | |
|---|---|
| 1. Dra. Sri Sutarni, M.Pd
(Ketua Dewan Penguji) | () |
| 2. Isnaeni Umi Machromah, S.Pd., M.Pd.
(Anggota I Dewan Penguji) | () |
| 3. M. Noor Kholid, S.Pd., M.Pd.
(Anggota II Dewan Penguji) | () |

**Surakarta,
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Dekan,


Dr. Harun Joko Prayitno, M.Hum

NIDN. 0028046501

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 14 Juni 2020

Penulis,



MASTIKAH MUKTI S.A.

NIM. A410160144

ANALISIS KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PERSAMAAN BOLA BERDASARKAN TEORI VAN HIELE

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal persamaan bola berdasarkan teori Van Hiele. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa tes, wawancara, dan dokumentasi. Subjek penelitian ini adalah delapan mahasiswa kelas III E program studi Pendidikan Matematika UMS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa dengan level 0 (Visualisasi) memiliki kemampuan dalam mengidentifikasi bangun ruang dimensi tiga, mahasiswa level 1 (Analisis) memiliki kemampuan dalam memecahkan masalah bangun ruang dimensi tiga, mahasiswa level 2 (Abstraksi) memiliki kemampuan dalam menghubungkan kedudukan suatu bangun dengan bangun lainnya, dan level 3 (Deduksi) memiliki tingkat kemampuan dalam menyimpulkan suatu hasil pembuktian.

Kata Kunci: kemampuan, penyelesaian masalah, teori Van Hiele.

Abstract

This study aims to determine the ability of students to solve ball equation problems based on Van Hiele's theory. This research is a descriptive study with a qualitative approach. Data collection techniques used in the form of tests, interviews, and documentation. The subjects of this study were eight students of class III E of the UMS Mathematics Education study program. The results of this study indicate that students with level 0 (Visualization) have the ability to identify three-dimensional geometric shapes, level 1 students (Analysis) have the ability to solve three-dimensional geometric problems, level 2 students (Abstraction) have the ability to connect the position of a building with other structures, and level 3 (deduction) has the ability to infer the results of proof.

Keywords: ability, problem solving, Van Hiele theory.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan bagi setiap manusia merupakan salah satu aspek utama dan penting. Undang-Undang Republik Indonesia no. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (UUSISDIKNAS) pasal 1 ayat 1, menyatakan bahwa Pendidikan merupakan usaha secara sadar dan terencana guna mewujudkan suasana belajar serta proses pembelajaran agar peserta didik aktif dalam mengembangkan potensi diri yang dimilikinya agar memiliki kekuatan, spiritual dalam keagamaan, pengendalian diri, jati diri, kecerdasan berpikir, akhlak yang mulia, dan keterampilan.

Menurut para ahli pendidikan matematika, matematika merupakan ilmu yang membahas pola atau keteraturan (pattern) dan tingkatan (order). Dalam hal pendidikan matematika mempunyai peranan yang cukup penting. Matematika dapat dikatakan sebagai acuan dalam ilmu pengetahuan yang diajarkan pada peserta didik di sekolah, matematika memiliki fungsi dalam perkembangan kemampuan menghitung, menurunkan, mengukur, dan menggunakan rumus-rumus matematika yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Depdiknas (dalam Herman, 2007) matematika di sekolah adalah melatih cara berpikir dan bernalar dalam menarik sebuah kesimpulan, mengembangkan aktivitas kreatif yang melibatkan imajinasi siswa, mengembangkan kemampuan pemecahan sebuah masalah, dan mengembangkan kemampuan mengkomunikasikannya.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu inti dari belajar matematika, sekaligus sebagai tujuan utama dari pembelajaran matematika. Sumartini (2016) menjelaskan terdapat beberapa kesulitan dalam pemecahan masalah diantaranya kegagalan dalam mengenali suatu masalah, kegagalan dalam mendefinisikan masalah yang disajikan, kegagalan dalam menggunakan informasi yang tersedia, kegagalan dalam mengenali atau mempertanyakan asumsi yang ada, dan kegagalan dalam mempertimbangkan berbagai alternatif yang dapat digunakan. *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) (2000:29) dalam Siagian (2016) menetapkan standar-standar kemampuan matematis diantaranya kemampuan pemecahan masalah, penalaran dan pembuktian, komunikasi, koneksi, dan representasi yang harus dimiliki oleh setiap peserta didik. Dalam hal ini masih terdapat mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah geometri.

Geometri merupakan salah satu materi yang dianggap penting dalam matematika yang di dalamnya akan mempelajari titik, garis, bidang, dan bangun ruang beserta sifat-sifatnya (Safrina, 2014). Adanya ide matematika harus disesuaikan dengan tingkat berpikir siswa. Geometri merupakan penyajian abstraksi dari pengalaman spasial dan visual, misalnya bidang, pola, pemetaan dan pengukuran (Masfingat, 2014). Berdasarkan penelitian

terdahulu teori Van Hiele merupakan suatu teori yang membahas tentang tingkat berpikir siswa dalam mempelajari geometri, salah satunya pada bangun ruang, menurut teori Van Hiele peserta didik tidak dapat naik ke tingkat yang lebih tinggi sebelum ia melewati tingkat yang lebih rendah.

Teori Van Hiele menjelaskan tentang perkembangan pola pikir siswa dalam mempelajari geometri (Muhassanah, Imam Sujadi dan Riyadi, 2014). Menurut Abusakir (2009) terdapat lima level berpikir van Hiele diantaranya level 0 (Visualisasi), pada tahap ini mahasiswa melakukan pengenalan terhadap bentuk suatu bangun geometri berdasarkan karakteristik visual atau penampakannya. Level 1 (Analisis), pada tahap ini mahasiswa sudah mampu menganalisis terhadap konsep dan sifat-sifatnya. Level 2 (Abstraksi), pada tahap ini mahasiswa mampu melihat hubungan sifat-sifat pada suatu bangun geometri dan sifat-sifat antara beberapa bangun geometri. Level 3 (Deduksi), pada tahap ini mahasiswa mampu menarik kesimpulan secara deduktif, menarik kesimpulan dari umum ke khusus. Level 4 (Rigor), pada tahap ini diharapkan mampu bernalar secara formal dalam sistem matematika dan mampu menganalisis konsekuensi dari manipulasi aksioma dan definisi, pada level ini, geometri dipahami pada level seorang ahli matematika.

Berdasarkan uraian yang telah di sampaikan, untuk mengetahui tingkat kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan dalam geometri, maka peneliti berusaha untuk menganalisis kemampuan mahasiswa kelas III E program studi Pendidikan Matematika UMS dalam menyelesaikan soal persamaan bola berdasarkan tingkat berpikir teori Van Hiele.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif subjek penelitian ini adalah mahasiswa kelas kelas III E program studi Pendidikan Matematika UMS yang diambil sebanyak delapan orang mahasiswa, dengan dipilihnya dua mahasiswa untuk setiap level berpikir Van Hiele. Teknik pengumpulan data meliputi tes, wawancara, dan dokumentasi. Tahap analisis data meliputi reduksi data, penyajian data, serta penarikan

simpulan. Pada penelitian ini analisis hanya dilakukan pada mahasiswa level 0 (Visualisasi), level 1 (Analisis), level 2 (Abstraksi), dan level 3 (Deduksi). Hasil tes mahasiswa kemudian dianalisis berdasarkan indikator dari setiap level berpikir Van Hiele. Tabel 1 berikut ini merupakan indikator yang digunakan peneliti untuk mengetahui tingkat berpikir Van Hiele:

Tabel 1 Indikator Level Berpikir Van Hiele

Level Berpikir	Indikator
Level 0 (Visualisasi)	Mengidentifikasi bangun ruang dimensi tiga
Level 1 (Analisis)	Memecahkan masalah bangun ruang dimensi tiga
Level 2 (Abstraksi)	Menghubungkan kedudukan suatu bangun dengan bangun lainnya
Level 3 (Deduksi)	Menyimpulkan hasil pembuktian yang telah di buktikan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melaksanakan suatu penelitian, peneliti menyusun instrumen penelitian berupa soal tes. Soal yang diujikan berupa soal uraian yang terdiri dari 4 soal materi persamaan bola. Sebelum hasil tes mahasiswa dianalisis, hasil tes dikategorikan menjadi sangat rendah, rendah, tinggi, dan sangat tinggi. Dalam setiap tingkatan diambil dua mahasiswa untuk diwawancarai guna mendapatkan data yang valid untuk mengetahui level berpikir mahasiswa.

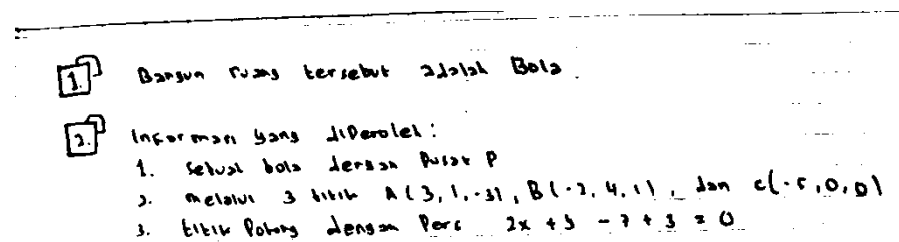
Berikut ini merupakan hasil analisis kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal persamaan bola berdasarkan teori Van Hiele:

3.1 Level 0 (Visualisasi)

- 1) Apa nama bangun ruang pada gambar diatas?
Jawab: bola
- 2) Informasi apa saja yang dapat diperoleh dari gambar diatas?
Jawab: * Sebuah bola dengan pusat P
* bola melalui tiga titik A (3,1,-3), B(-2,4,1), C (-5,0,0)
* Sebuah bidang yang memotong bola ~~meny~~ dengan persamaan $2x + y - z + 3 = 0$

Gambar 1 Jawaban S₁ pada Soal Nomor 1

Berdasarkan hasil tes diatas terlihat bahwa S_1 mampu mengenal bentuk bangun ruang yang dilihatnya, akan tetapi S_1 belum mengatakan bahwa bola yang terdapat pada gambar di potong oleh sebuah bidang. Dikarenakan S_1 mampu mengidentifikasi bangun ruang yang dilihatnya, maka S_1 berada pada level visualisasi.



Gambar 2 Jawaban S_2 pada Soal Nomor 1

Berdasarkan jawaban diatas, S_2 mampu menuliskan jawaban dari gambar yang telah diamatinya dan S_2 mampu mengidentifikasi bangun ruang dimensi tiga dari gambar yang di amatinya sehingga S_2 berada pada level 0 (Visualisasi).

3.2 Level 1 (Analysis)

$$\begin{aligned} \text{pers. bola} &: x^2 + y^2 + z^2 + 8x - 4y - 6z + 29 = \frac{14}{9} \\ \text{menyinggung bidang } V &: x - 2y - 2z + 7 = 0 \\ r &= \frac{2}{3} \\ d &= \left| \frac{1(-1) + (-2)(-2) + (-2)(-2) + 7}{\sqrt{1^2 + 2^2 + 2^2}} \right| \\ &= \left| \frac{-1 + 4 + 4 + 7}{3} \right| \\ &= \left| \frac{14}{3} \right| \\ &= \frac{14}{3} \end{aligned}$$

Gambar 3 Jawaban S_3 pada Soal Nomor 4

Berdasarkan jawaban S₃ dapat dilihat bahwa S₃ mampu memahami masalah dengan baik dan menyelesaikan operasi hitung dengan tepat, S₃ juga mampu membuktikan suatu masalah sesuai dengan level analisis.

Berdasarkan jawaban S₄ diatas menunjukkan bahwa S₄ mampu memecahkan dan membuktikan suatu permasalahan, akan tetapi kekurangan S₄ tidak menuliskan terlebih dahulu syarat masalah yang akan dibuktikan. Sehingga dapat dikatakan bahwa S₄ berada pada level Analisis berdasarkan level berpikir Van Hiel

3.3 Level 2: Abstraksi

$$Diket: V_1 K - 2z - 8 = 0$$

$$V_2: K - 2z + 5 = 0$$
 Pusat terletak di garis $K = -2$ dan $4 = 0$
 Ditanya: persamaan bola
 Jawab:

Jarak V_1 ke pusat

$$d_1 = \left| \frac{Ax_1 + By_1 + Cz + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \right|$$

$$= \left| \frac{1 \cdot (-2) + 0 \cdot 0 + (-2) \cdot C - 8}{\sqrt{1^2 + 0^2 + (-2)^2}} \right|$$

$$= \left| \frac{-2 - 2C - 8}{\sqrt{5}} \right|$$

$$= \left| \frac{-10 - 2C}{\sqrt{5}} \right|$$

$$= \frac{100 + 40C + 4C^2}{5}$$

Jarak V_2 ke pusat

$$d_2 = \left| \frac{Ax_2 + By_2 + Cz + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \right|$$

$$= \left| \frac{1 \cdot (-2) + 0 \cdot 0 + (-2) \cdot C + 5}{\sqrt{1^2 + 0^2 + (-2)^2}} \right|$$

$$= \left| \frac{-2 - 2C + 5}{\sqrt{5}} \right|$$

$$= \left| \frac{3 - 2C}{\sqrt{5}} \right|$$

$$= \frac{9 - 12C + 4C^2}{5}$$

$d_1 = d_2$

$$\frac{100 + 40C + 4C^2}{5} = \frac{9 - 12C + 4C^2}{5}$$

$$5(100 + 40C + 4C^2) = 5(9 - 12C + 4C^2)$$

$$500 + 200C + 20C^2 = 45 - 60C + 20C^2$$

$$260C + 60C = 45 - 500$$

$$320C = -455$$

$$C = -1,42$$

$P(-2, 0, -1,42)$ ke V_1
 $d_1 = P$ ke V_1

$$d_1 = \left| \frac{Ax_1 + By_1 + Cz + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \right|$$

$$= \left| \frac{1 \cdot (-2) + 0 \cdot 0 + (-2) \cdot (-1,42) + 5}{\sqrt{1^2 + 0^2 + (-2)^2}} \right|$$

$$= \left| \frac{-2 + 0 + 2,84 + 5}{\sqrt{5}} \right|$$

$$= \left| \frac{6,84}{\sqrt{5}} \right|$$

Persamaan bola

$$(x+2)^2 + (y-0)^2 + (z+1,42)^2 = \left(\frac{6,84}{\sqrt{5}} \right)^2$$

$$x^2 + 4x + 4 + y^2 + z^2 + 2,84z + 2,0625 = 8,195$$

$$x^2 + y^2 + z^2 + 4x + 2,84z + 2,0625 - 8,195 = 0$$

$$x^2 + y^2 + z^2 + 4x + 2,84z - 6,1325 = 0$$

Gambar 4 Jawaban S₅ pada Soal Nomor 2

Berdasarkan jawaban S_5 diatas menunjukkan bahwa S_5 mampu memahami masalah, S_5 juga mampu merencanakan penyelesaian, dan melaksanakan penyelesaian masalah. Dalam operasi hitung S_5 cenderung menggunakan bilangan desimal dalam jawaban yang dituliskannya dan S_5 tidak menuliskan permisalan terhadap nilai z pada garis yg belum diketahui. Berdasarkan wawancara di atas menunjukkan S_5 mampu memahami bahwa titik dan bidang yang diketahui berhubungan dengan penyelesaian masalah, sehingga dapat dikatakan bahwa S_5 berada pada level Abstraksi.

$$\begin{aligned}
 & 3x - 2y - z = 0 \\
 & 3x - 2y + z = 5 \\
 & \text{pusat di garis } 10 = -1, y = 0 \\
 & d = \left| \frac{Ax + By + Cz + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \right| \\
 & = \left| \frac{-2 + 0 - 2C - 8}{\sqrt{5}} \right| \\
 & d = \left| \frac{-10 - 2C}{\sqrt{5}} \right| \\
 & d_1 = \left| \frac{-2 - 0 - 2C + 5}{\sqrt{5}} \right| \\
 & = \left| \frac{3 - 2C}{\sqrt{5}} \right| \\
 & d_1 = d_2 \\
 & \left| \frac{-10 - 2C}{\sqrt{5}} \right| = \left| \frac{3 - 2C}{\sqrt{5}} \right| \\
 & \frac{100 + 40C + 4C^2}{5} = \frac{9 - 12C + 4C^2}{5} \\
 & 100 + 40C + 4C^2 = 9 - 12C + 4C^2 \\
 & C = -\frac{91}{52} \\
 & d = \left| \frac{-10 + \frac{91}{52}}{\sqrt{5}} \right| \\
 & = \left| \frac{-520 + 91}{52} \times \frac{1}{\sqrt{5}} \right| \\
 & = \left| \frac{-429}{52} \times \frac{1}{\sqrt{5}} \right| \\
 & = \left| \frac{-13}{2} \times \frac{1}{\sqrt{5}} \right| = \frac{13}{5\sqrt{5}} \\
 & (10+2)^2 + y^2 + (z + \frac{9}{2})^2 = \frac{169}{52}
 \end{aligned}$$

Gambar 5 Jawaban S_6 pada soal Nomor 2

Berdasarkan hasil wawancara diatas menunjukkan bahwa S_6 mampu memahami masalah dan menuliskan informasi yang terdapat pada soal, akan tetapi S_6 tidak merencanakan masalah terlebih dahulu sebelum melaksanakan masalah. S_6 mampu memahami bahwa titik, garis dan bidang yang diketahui berhubungan dengan penyelesaian masalah, hal ini mengindikasikan bahwa mampu menyelesaikan soal level Abstraksi dengan baik.

3.4 Level 3 : Deduksi

Melalui titik $(1, -3, 4), (1, 5, 2), (1, -3, 0)$
 Persamaan pada bidang $x + y + z = 0$
 Dit.
 Persamaan bola ?
 Jawab : $x^2 + y^2 + z^2 + Ax + By + Cz + D = 0$
 $\Rightarrow (1)^2 + (-3)^2 + (4)^2 + A(1) + B(-3) + C(4) + D = 0$
 $A - 3B + 4C + D = -26 \dots (1)$
 $\Rightarrow (1)^2 + (5)^2 + (2)^2 + A(1) + B(5) + C(2) + D = 0$
 $A + 5B + 2C + D = -30 \dots (2)$
 $\Rightarrow (1)^2 + (-3)^2 + (0)^2 + A(1) + B(-3) + C(0) + D = 0$
 $A - 3B + D = -10 \dots (3)$
 $(1) - (3) \Rightarrow A - 3B + 4C + D - (A - 3B + D) = -26 - (-10)$
 $4C = -16 \Rightarrow C = -4$
 $(2) - (3) \Rightarrow A + 5B + 2C + D - (A - 3B + D) = -30 - (-10)$
 $8B + 2C = -20$
 $8B + 2(-4) = -20 \Rightarrow 8B - 8 = -20 \Rightarrow 8B = -12 \Rightarrow B = -\frac{3}{2}$
 $(3) \Rightarrow A - 3(-\frac{3}{2}) + D = -10 \Rightarrow A + \frac{9}{2} + D = -10 \Rightarrow A + D = -10 - \frac{9}{2} = -\frac{29}{2}$
 $(1) \Rightarrow A - 3(-\frac{3}{2}) + 4(-4) + D = -26 \Rightarrow A + \frac{9}{2} - 16 + D = -26 \Rightarrow A + D = -26 - \frac{9}{2} + 16 = -\frac{35}{2}$
 $(A + D) - (A + D) = -\frac{35}{2} - (-\frac{29}{2}) \Rightarrow 0 = -3 \Rightarrow$ (Contradiction)
 Jadi, Persamaan Bulanya adalah:
 $(x+1)^2 + (y-3)^2 + (z+2)^2 = 4$
 $x^2 + y^2 + z^2 + 2x - 6y + 4z + 10 = 0$

Gambar 6 Jawaban S₇ pada Soal Nomor 3

Berdasarkan hasil tes pada butir soal nomor 3, S₇ mampu memahami masalah, merencanakan masalah, dan melaksanakan masalah dengan baik, pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa S₇ melakukan kesalahan hitung pada akhir jawabannya. Dapat disimpulkan bahwa S₇ berada pada level deduksi berdasarkan tingkat berpikir Van Hiele, hal ini disebabkan oleh S₇ mampu menarik kesimpulan dari permasalahan yang telah diselesaikannya meskipun S₇ melakukan kesalahan hitung.

Jawab :
 Melalui titik $(1, -3, 4), (1, 5, 2)$ dan $(1, -3, 0)$
 Persamaan $x + y + z = 0$
 Ditanya : pers. bola ?
 Jawab :
 $x^2 + y^2 + z^2 + Ax + By + Cz + D = 0$
 $(1, -3, 4) \rightarrow 1^2 + (-3)^2 + (4)^2 + A(1) + B(-3) + C(4) + D = 0$
 $1 + 9 + 16 + A - 3B + 4C + D = 0$
 $26 + A - 3B + 4C + D = 0 \Rightarrow A - 3B + 4C + D = -26 \dots (1)$
 $(1, 5, 2) \rightarrow 1^2 + 5^2 + 2^2 + A(1) + B(5) + C(2) + D = 0$
 $1 + 25 + 4 + A + 5B + 2C + D = 0$
 $30 + A + 5B + 2C + D = 0 \Rightarrow A + 5B + 2C + D = -30 \dots (2)$
 $(1, -3, 0) \rightarrow 1^2 + (-3)^2 + 0^2 + A(1) + B(-3) + C(0) + D = 0$
 $1 + 9 + 0 + A - 3B + D = 0$
 $10 + A - 3B + D = 0 \Rightarrow A - 3B + D = -10 \dots (3)$
 $(1) - (3) \Rightarrow A - 3B + 4C + D - (A - 3B + D) = -26 - (-10)$
 $4C = -16 \Rightarrow C = -4$
 $(2) - (3) \Rightarrow A + 5B + 2C + D - (A - 3B + D) = -30 - (-10)$
 $8B + 2C = -20$
 $8B + 2(-4) = -20 \Rightarrow 8B - 8 = -20 \Rightarrow 8B = -12 \Rightarrow B = -\frac{3}{2}$
 $(3) \Rightarrow A - 3(-\frac{3}{2}) + D = -10 \Rightarrow A + \frac{9}{2} + D = -10 \Rightarrow A + D = -10 - \frac{9}{2} = -\frac{29}{2}$
 $(1) \Rightarrow A - 3(-\frac{3}{2}) + 4(-4) + D = -26 \Rightarrow A + \frac{9}{2} - 16 + D = -26 \Rightarrow A + D = -26 - \frac{9}{2} + 16 = -\frac{35}{2}$
 $(A + D) - (A + D) = -\frac{35}{2} - (-\frac{29}{2}) \Rightarrow 0 = -3 \Rightarrow$ (Contradiction)
 Jadi pers. bola
 $x^2 + y^2 + z^2 + 2x - 6y + 4z + 10 = 0$
 $x^2 + y^2 + z^2 + 2x - 6y + 4z + 10 = 0$

Gambar 3.8 Jawaban S₈ pada Soal Nomor 3

Berdasarkan gambar di atas, menunjukkan bahwa S_8 mampu menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada soal. Hal ini membuktikan bahwa menunjukkan bahwa S_8 mampu menyelesaikan soal geometri berdasarkan level deduksi. Oleh sebab itu S_8 berada pada level berpikir Deduksi dikarenakan S_8 mampu mengambil sebuah keputusan dari masalah yang telah diselesaikannya.

Dari 31 Mahasiswa yang mengikuti tes, pembagian level berpikir mahasiswa kelas III E program studi Pendidikan Matematika UMS berdasarkan teori Van Hiele yaitu 4 Mahasiswa berada pada level 0 (Visualisasi), 13 Mahasiswa berada pada level 1 (Analisis), 11 Mahasiswa berada pada level 2 (Abstraksi), dan 3 Mahasiswa berada pada level 3 (Deduksi).

Dari kelompok mahasiswa diatas, diambil dua mahasiswa pada setiap level berpikir Van Hiele untuk mengetahui tingkat kemampuan mahasiswa tersebut, Kemampuan yang diperoleh kelompok level 0 (Visualisasi) Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa S_1 dan S_2 mampu memahami suatu masalah, dalam merencanakan masalah keduanya juga mampu melakukannya dilihat dari jawaban yang di tuliskan, S_1 dan S_2 mampu menuliskan apa yang ditanyakan pada soal tersebut. dalam hal melaksanakan masalah, S_1 dan S_2 mampu menyelesaikan masalah dengan tepat, walaupun keduanya tidak mendeskripsikan dengan tepat bangun apa yang telah diamati. Dikarenakan S_1 dan S_2 mampu mengidentifikasi bangun ruang dimensi tiga yang diamatinya Sehingga dapat disimpulkan bahwa S_1 dan S_2 berada pada level 0 (Visualisasi) berkemampuan rendah hal ini di dukung oleh Haviger, J., & Vojkůvková, I (2015) pada level visualisasi siswa menggunakan persepsi visual dan pemikiran nonverbal.

Kemampuan yang diperoleh kelompok level 1 (Analisis) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dalam memahami masalah S_3 dan S_4 mampu melakukannya, akan tetapi S_3 dan S_4 tidak merencanakan terlebih dahulu, hal ini bisa dilihat dari hasil jawaban keduanya. S_3 dan S_4 mampu menyelesaikan masalah, hal ini terbukti dari keduanya mampu memecahkan

masalah yang terdapat pada soal sehingga dapat disimpulkan bahwa S_3 dan S_4 berada pada level 1 (Analisis) berkemampuan rendah hal ini didukung oleh Abu, M. S., & Abidin, Z. Z. (2013) bahwa siswa pada level 1 mampu mempelajari objek dengan mengamati kemudian mampu mengukur, bereksperimen, dan menyelesaikan sebuah permasalahan yang diajukan.

Kemampuan yang diperoleh kelompok level 2 (Abstraksi) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, S_5 dan S_6 mampu dalam memahami sebuah permasalahan, dalam hal merencanakan masalah S_5 mampu merencanakan masalah dengan baik dan S_6 belum mampu merencanakan masalah, S_5 dan S_6 menyelesaikan masalah dengan baik, hal ini membuktikan bahwa S_5 dan S_6 berada pada level 2 (Abstraksi) dengan kemampuan tinggi dikarenakan keduanya mampu menghubungkan kedudukan suatu titik, garis, bidang, dan bola, hal ini didukung dalam penelitian yang dilakukan Idris, N. (2007) menjelaskan pada fase ini siswa menjadi sadar terhadap hubungan antar bangun.

Kemampuan yang diperoleh kelompok level 3 (Deduksi) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dalam hal memahami masalah S_7 dan S_8 mampu memahami masalah dengan benar, S_7 dan S_8 juga mampu merencanakan masalah dengan benar, keduanya juga mampu dalam melaksanakan masalah dengan tepat, hal ini membuktikan bahwa S_7 dan S_8 berada pada level 3 (Deduksi) dengan kemampuan sangat tinggi dikarenakan mampu mengambil sebuah kesimpulan dari sebuah pembuktian, hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Rezky, R. & Wijaya, A. (2018) menyatakan bahwa pada level deduksi siswa mampu membuat sebuah bukti, siswa membuktikan secara deduktif dan membangun hubungan timbal balik.

Temuan pada penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kemampuan berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri terkhususnya pada pokok bahasan persamaan bola masih terdapat mahasiswa yang berada pada level 0 (Visualisasi), teori Van Hiele memungkinkan kita untuk mengetahui mengapa masih banyak siswa yang menemui kesulitan saat mengerjakan geometri (Tan, T., dkk, 2015). Van Hiele menyatakan bahwa siswa tidak

dapat naik ke level yang lebih tinggi sebelum mahasiswa tersebut melewati level yang lebih rendah terlebih dahulu. Pembelajaran matematika dengan menggunakan teori Van Hiele akan membantu dosen dalam mengetahui perkembangan berpikir mahasiswanya. Temuan ini didukung oleh hasil temuan Safrina,dkk (2014) yang menunjukkan bahwa guru dapat menerapkan pembelajaran kooperatif berbasis teori Van Hiele dalam mengajarkan materi geometri agar kemampuan pemecahan masalah geometri dapat meningkat.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian, maka diperoleh kesimpulan dari 31 Mahasiswa yang mengikuti tes, pembagian level berpikir mahasiswa kelas III E program studi Pendidikan Matematika UMS berdasarkan teori Van Hiele yaitu 4 Mahasiswa berada pada level 0 (Visualisasi), 13 Mahasiswa berada pada level 1 (Analisis), 11 Mahasiswa berada pada level 2 (Abstraksi), dan 3 Mahasiswa berada pada level 3 (Deduksi). Mahasiswa berkemampuan sangat rendah berada pada level 0 (visualisasi) dengan kemampuan mengidentifikasi bangun ruang dimensi tiga, dengan menyebutkan nama bangun ruangnya dan menyebutkan sifat-sifat bangun ruang yang di ketahui. Mahasiswa berkemampuan rendah berada pada level 1 (Analisis) dengan kemampuan memecahkan suatu masalah yang ada apa soal, serta mampu membuktikan suatu permasalahan. Mahasiswa berkemampuan tinggi berada pada level 2 (Abstraksi) dengan kemampuan memahami sifat suatu bangun geometri dan mampu memahami bahwa setiap bangun akan berhubungan dnegan bangun lainnya. Mahasiswa berkemampuan sangat tinggi berada pada level 3 (Deduksi) dengan kemampuan menyusun suatu pembuktian dan mengambil hasil kesimpulan secara deduktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu, M. S., & Abidin, Z. Z. (2013). Improving the levels of geometric thinking of secondary school students using geometry learning video based on Van Hiele theory. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 2(1), 16-22.

- Abdussakir, A. (2012). Pembelajaran Geometri Sesuai Teori Van Hiele. *Madrasah: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, 2(1).
- Haviger, J., & Vojtkůvková, I. (2015). The van hiele levels at Czech secondary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 171, 912-918.
- Herman, T. (2007). Pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi siswa sekolah menengah pertama. *Educationist*, 1(1), 47-56.
- Idris, N. (2007). The effect of Geometers' Sketchpad on the performance in geometry of Malaysian students' achievement and van Hiele geometric thinking. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences*, 1(2), 169-180.
- Indonesia, P. R. (2003). Undang-undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional. *Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia*.
- Masfingat, T. (2014). Proses Berpikir Siswa Sekolah Menengah Pertama Dalam Menyelesaikan Masalah Bangun Ruang Sisi Datar Berdasarkan Teori Van Hiele. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 3(1).
- Muhassanah, N., Sujadi, I., & Riyadi, R. (2014). Analisis Keterampilan Geometri Siswa Dalam Memecahkan Masalah Geometri Berdasarkan Tingkat Berpikir Van Hiele. *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 2(1).
- Musa, L. A. D. (2016). Level Berpikir Geometri Menurut Teori Van Hiele Berdasarkan Kemampuan Geometri dan Perbedaan Gender Siswa Kelas VII SMPN 8 Pare-Pare. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan ALam*, 4(2), 103-116.
- Rezky, R., & Wijaya, A. (2018, September). Designing hypothetical learning trajectory based on van hiele theory: a case of geometry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1097, p. 12129).
- Safrina, K., Ikhsan, M., & Ahmad, A. (2014). Peningkatan kemampuan pemecahan masalah geometri melalui pembelajaran kooperatif berbasis teori van hiele. *Jurnal Didaktik Matematika*, 1(1).
- Siagian, M. D. (2016). Kemampuan koneksi matematik dalam pembelajaran matematika. *MES: Journal of Mathematics Education and Science*, 2(1).
- Sumartini, T. S. (2016). Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melalui pembelajaran berbasis masalah. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 148-158.
- Tan, T. H., Tarmizi, R. A., Yunus, A. S. M., & Ayub, A. F. M. (2015). Understanding the primary school students' van Hiele levels of geometry thinking in learning shapes and spaces: A Q-methodology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(4), 793-802.